

**Alternativas de producción en sistemas de ganadería
lechera de doble propósito (vaca - maute)
II.- Maximización de la ganancia operativa**

Production alternatives in dairy double purpose systems
(cow - calf). II.- Gross margin analysis

Fátima Urdaneta²
Angel Casanova²

Resumen

Con el objeto de maximizar la ganancia operativa de los sistemas de producción de leche (vaca-maute), se diseñaron y analizaron modelos de programación lineal con alternativas de producción de forrajes y cultivos producidos en la propia finca, realizándose presupuestos para cada una de estas actividades, tomando en consideración los costos operativos estimados. Los sistemas de fincas fueron clasificados por la carga animal: 1 - 1.5 y 2 UA/ha y por el nivel productivo de los animales en ordeño: 6 - 8 y 10 kg de leche/vaca-día (kg/vaca). La producción de sorgo granero (*Sorghum bicoior*) fue la actividad de cultivo más importante que permitió aumentar la ganancia operativa de los sistemas bajo estudio. El porcentaje de incremento de la ganancia operativa de los sistemas mixtos disminuye a medida que el sistema, a vaca - maute es más productivo. La solución óptima de los sistemas mixtos cambia cuando el precio del sorgo granero disminuye un 15%.

Palabras claves: Programación lineal, ganancia operativa.

Abstract

In order to maximize gross margin of dairy double purpose production systems (cow - calf), were designed and analized linear programming models with forage and crops alternatives produced on farms, making budgets for each one of these activities, taking into account estimated cash costs. Farm systems were classified according to the stocking rate: 1, 1.5 and 2 AU.ha⁻¹ and do the productive level of milking cows: 6, 8 and 10 milk kg. cowday⁻¹. The grain sorghum production (*Sorghum bicolor*) was the most important

Recibido el 07-10-94 • Aceptado el 27-03-95

1 Proyecto No. 1427-88 subvencionado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de la Universidad del Zulia.

2 Postgrado en Producción Animal. Facultad de Agronomía (LUZ). Apartado Postal 15205. Maracaibo 4005, Venezuela.

cropping activitie that allows to increase the gross margin of systems under study. The gross margin increment porcentaje of crop - cow systems decreases when cow - calf systems are more productive. The optimum solution of crop - cow system changes when the sorghum price decreases 15%.

Key words: Linear programming, gross income.

Introducción

El sistema de doble propósito se define como un sistema de producción, en donde el rebaño bovino es una mezcla de azebuados criollos y razas europeas, utilizadas para la producción de leche y carne en empresas generalmente manejadas por la propia familia en donde la tierra y el ganado constituyen el principal capital invertido. El manejo nutricional y reproductivo del rebaño es usualmente poco sofisticado a pesar de las variaciones estacionales en la suplencia de nutrientes forrajeros, en consecuencia el comportamiento animal es más bajo que su potencial genético (promedio menor a 5 litros/vaca/día) y al contrario que en los sistemas de clima templado los becerros son un producto importante del sistema. (5)

La productividad de los sistemas de doble propósito es baja comparada con los sistemas más especializados pero son mucho más adaptados a las condiciones climáticas características de estas zonas tropicales, en donde Venezuela posee las empresas de doble propósito más grande y de mayor intensidad de capital que aquellas de otras áreas de América Latina. (2)

En estudios realizados en la zona de El Laberinto del Estado Zulia (4) se determinó que el 78% de las

fincas estudiadas presentan un tamaño menor a 200 hectáreas, realizándose una clasificación en fincas pequeñas (menos de 100 ha), medianas (mayores de 100 y menores de 300 ha) y grandes (mayores de 300 ha).

Las fincas pequeñas y grandes producen un volumen similar de litros de leche/ha/año, siendo estos 671 y 613 respectivamente, esto expresa diferencias en el uso del recurso pastizal, observándose que las fincas pequeñas utilizan más intensamente el pastizal que las fincas grandes, las fincas medianas obtienen la máxima producción de leche por unidad de área con 896 l/ha/año, utilizando mejor los recursos del sistema. (3)

Conociendo las características de los sistemas de doble propósito y los recursos disponibles podemos combinar una serie de procesos o alternativas para mejorar los resultados físicos y económicos, lo que puede lograrse con métodos como la programación lineal. Este método computacional sirve para determinar el mejor plan o curso de acción, entre varios que son posibles, cuando hay muchas alternativas para el plan, además existen objetivos numéricos y específicos para ellos y los medios o recursos disponibles para lograrlo son limitados (6), es usado ampliamente en economía agrícola y en

otras disciplinas; en este caso particular se ha utilizado con el objeto de:

1.- Maximizar la ganancia operativa de los sistemas de fincas representativas de la zona de El Laberinto.

2.- Realizar los análisis de sensibilidad de los resultados óptimos obtenidos.

Materiales y métodos

Para realizar la fase de maximización de la ganancia operativa de los sistemas de fincas de producción de leche (vaca - maute) se estructuró una matriz de programación lineal para cada sistema de finca clasificado por la carga animal (1, 1.5 y 2 UA/Ha) y por el nivel productivo de los animales en ordeño (6, 8 y 10 kgs de leche/vaca), dando la oportunidad al programa de destinar parte de los recursos utilizados dentro del sistema de producción de leche (vaca - maute) para alternativas de cultivos que permitan mejorar la ganancia operativa por hectárea. Para ello se evaluaron las siguientes alternativas (columnas de la matriz de programación lineal):

- 1.- Maíz: sembrar maíz y vender el grano.
- 2.- Sorgo granero: sembrar sorgo y vender el grano.
- 3.- Yuca: sembrar yuca y vender raíces y tallos para siembra.
- 4.- Silo maíz: realizar silaje de forraje de maíz producido en la propia finca para la venta.
- 5.- Pacas de heno: producir pacas de heno de guinea (*Panicum maximum*, Jacq) para la venta.
- 6.- Sistema vaca - maute: sistema de producción de leche y venta de mautes, con productividades de 6, 8 y 10 kg/vaca en ordeño y carga animal de 1, 1.5 y 2 UA/ha.

En los cuadros 1 y 2 pueden observarse los presupuestos para las alternativas de producir sorgo (*Sorghum bicolor*) y pacas de heno de guinea (*Panicum maximum*, Jacq) para la venta. También se incluyen los presupuestos de los sistemas vaca maute 1-6-100 (1 UA/Ha, 6 Kgs/vaca y 100 ha) y 2-10-100 (Cuadros 3 y 4 respectivamente).

Las restricciones del programa (hileras de la matriz de programación lineal) fueron las siguientes:

- 1.- Jornales: jornales por hectárea requeridos por cada alternativa a ser evaluada.
- 2.- Horas máquina: horas de mecanización por hectárea requeridas por cada alternativa.
- 3.- Capital operativo: capital necesario para cubrir los costos de operación por hectárea referidos a cada alternativa.
- 4.- Tierra: tierra disponible (se modeló para 100 hectáreas).
- 5.- Cultivo: cantidad de tierra disponible para cultivo.

El modelo de maximización puede resumirse en lo siguiente:

$$\text{Maximizar } Z = C X$$

donde:

Z = ganancia operativa por hectárea (G0/ha.) función objetivo.

Cuadro 1. Costos operativos e ingresos estimados asociados a la producción de 1 hectárea de sorgo granero

Descripción	Unidad	Bs/unid	cantidad	subtotal
Costos operativos				
Preparación de tierras	hr	300.00	3	900.00
Siembra y fertilización:				
Semilla	kg	80.00	12	960.00
Sembradora - abonadora	hr	300.00	1	300.00
Fosfato diamónico	kg	20.40	200	4072.00
Mano de obra	jor	310.00	2	620.00
Urea (reabono)	kg	17.70	100	1766.00
Aplicación	hr	300.00	1	300.00
Control fitosanitario:				
Atrazín	kg	525.00	1.5	187.50
Aplicación	hr	300.00	1	300.00
Control malezas	jor	310.00	2	620.00
Nudrín	l	830.00	1.5	1245.00
Aplicación	hr	300.00	1	300.00
Aprotección pájaros	jor	310.00	1	310.00
Cosecha manual	tm	310.00	6	1860.00
Acondicionamiento	tm	310.00	6	1860.00
Sacos	saco	35.00	55	1925.00
Transporte	tm	1000.00	3	3000.00
Total costos operativos	Bs/ha			21125.50
Ingresos (Bs/ha)	tm	27000.00	3	81000.00
Ganancia Operativa (Bs/ha)				59874.50

Cuadro 2. Costos operativos e ingresos estimados asociados a la henificación de 1 hectárea de pasto guinea.

Descripción	Unidad	Bs/unid	cantidad	subtotal
Costos operativos				
Mantenimiento pastizal	ha	2989.30	1	2989.30
Urea	kg	17.70	200	3532.00
SPT	kg	19.10	50	953.00
Aplicación fertilizante	hr	300.00	0.9	264.00
Corte	hr	300.00	2	600.00
Acondicionamiento	hr	300.00	1	300.00
Embalaje	hr	300.00	2	600.00
Acarreo	paca	10.00	300	3000.00
Mecate (5 m/paca)	m	2.70	1500	4065.00
Total costos operativos	Bs/ha	16303.30		
Ingresos (Bs/ha)	paca	80.00	300	24000.00
Ganancia Operativa (Bs/ha)				7696.70

C = Go/ha de cada alternativa evaluada.

X = nivel de cada alternativa (hectáreas).

Sujeto a:

$AX \leq B$ donde:

= jornales, horas máquina o capital operativo por hectárea requerido por cada alternativa (jor/ha, hr maq/ha y Bs/ha).

X = alternativa de producción.

B = restricción máxima de mano de obra, maquinaria o capital disponible dentro del sistema vaca - maute.

Otras restricciones:

$$\sum_{i=1}^n h_n x_n \leq t$$

$$\sum_{i=1}^n h_c x_c \leq t_c$$

donde:

h_n = número de hectáreas bajo la alternativa "n"

x_n = alternativa a ser usada.

t = tierra total disponible (100 has)

h_c = número de hectáreas bajo la alternativa de cultivo.

x = alternativa de cultivo a ser usada.

t = tierra disponible para cultivo (25 has)

Cuadro 3. Ganancia operativa anual estimada para una finca representativa de 1 UA/ha, 6 kg/vaca y 100 ha.

Descripción	Bs.	%
Costos operativos:		
Alimentación del rebaño	438536.00*	36.18
Medicina veterinaria	146053.44	12.05
Mano de obra	427050.00	35.23
Sales minerales	79296.25	6.54
Servicios	121215.08	10.00
Total	1212150.77	100.00
Producción:		
Leche	2463750.00	81.29
Carne	567062.50	18.71
Total	3030812.50	100.00
Ganancia operativa anual (Bs/año)	1818661.73	
Ganancia operativa (Bs/ha)	18186.62	

*Los costos de alimentación del rebaño provienen del análisis previo de minimización de costos.

Luego de obtenidas las soluciones óptimas, se realizaron cambios en los precios de los productos para observar los cambios ocurridos en el grupo de alternativas seleccionadas y así analizar la estabilidad de la solución óptima obtenida.

Todos los presupuestos de las alternativas evaluadas se realizaron con la ayuda de los programas Lotus 1 2 3 y Quattro, y los análisis de programación lineal con el programa Kinetics Linear Programming System.

Resultados y discusión

1.- Análisis de maximización

En el Cuadro 5 pueden apreciarse las alternativas de producción que selecciona el programa cuando utilizamos el modelo de maximización, donde la idea principal radica en la posibilidad de asignar parte de los recursos (mano de obra, horas

máquina, capital operativo y tierra) de que dispone el sistema vaca - maute a la producción de algunos cultivos relacionados con la explotación ganadera, no se hacen consideraciones referentes al mercado de los productos y se asume la posibilidad de vender las cosechas y productos obtenidos.

Cuadro 4. Ganancia operativa anual estimada para una finca representativa de 2 UA/ha, 10 kg/vaca y 100 ha.

Descripción	Bs.	%
Costos operativos:		
Alimentación del rebaño	1923416.00	57.43
Medicina veterinaria	293375.93	8.77
Mano de obra	633350.00	19.51
Sales minerales	143536.25	4.29
Servicios	334893.13	10.00
Total	3348931.31	100.00
Producción:		
Leche	8212500.00	88.15
Carne	1104025.00	11.85
Total	9316525.00	100.00
Ganancia operativa anual (Bs/año)	5967593.69	
Ganancia operativa (Bs/ha)	59675.94	

Cuadro 5. Alternativas seleccionadas para maximizar la ganancia operativa de fincas de ganadería lechera de doble propósito (vaca- maute) con una carga animal de 1 UA/ha, un tamaño de 100 ha y diferentes niveles productivos.

Alternativa	Unidad	Nivel productivo (kg/vaca)		
		6	8	10
Vaca - maute	ha	75	75	75
Sorgo granero	ha	14.342	15.379	15.907
Superficie util.	ha	89.342	90.379	90.907
GO sist. vaca-maute	Bs/ha	18186.62	25526.87	33293.25
GO sist. mixto	Bs/ha	22265.87	28352.69	34491.81
Incremento GO*	%	22.43	11.07	3.60

*se refiere al porcentaje de incremento de la ganancia operativa del sistema mixto con respecto al sistema vaca - maute analizado.

Estos resultados muestran como la superficie bajo cultivo aumenta levemente a medida que aumentamos el nivel productivo del sistema vaca - maute comparado (6, 8 y 10 Kg/vaca), es decir que el modelo toma recursos que antes estaban destinados a la producción de leche y mautes y los asigna a la producción de cultivos (sorgo granero) con el objeto de maximizar la ganancia operativa del sistema de producción mixto.

Al comparar los incrementos de la ganancia operativa por hectárea (relacionados al total de la tierra disponible), se observa una disminución del porcentaje de incremento (Incremento GO) en relación al aumento de la productividad por vaca en ordeño, lo que indica que los sistemas de producción vaca - maute de mayor nivel productivo son más competitivos; y aunque el programa decide asignar unas hectáreas más a la producción de cultivos, se hace evidente la mayor participación de la producción del sistema vaca - maute en la ganancia operativa por hectárea.

Cuando se analizan los cambios en la selección de alternativas para los sistemas vaca - maute que manejan una mayor carga animal (1.5 y 2 UA/ha), la alternativa que se incluye es la producción de silaje de maíz para la venta, que comienza a aparecer en el nivel productivo de 10 kilos/vaca y carga animal de 1.5 UA/ha y va aumentando la superficie asignada a la producción de esta alternativa hasta llegar a un nivel productivo de 10 Kg/vaca y carga de 2 UA/ha (Cuadros 6 y 7); también se observa el aumento de la superficie

utilizada hasta llegar a un 100% de la finca. Se mantiene la tendencia de la disminución del incremento GO con respecto al aumento del nivel productivo del sistema vaca - maute comparado.

En todos los casos se observa que la posibilidad que se le dio al programa de asignar el 25% de la superficie de la finca a otras actividades de cultivo, siempre fue utilizada, y que la comparación de los sistemas de producción de leche con otras alternativas de cultivos no es ventajosa cuando sólo consideramos los precios y productividades de las cosechas, los cuales siempre son mejores, de manera que se hacen necesarios incluir otras consideraciones como los factores de mercado (fluctuaciones en los precios y costos), la disponibilidad de capital y la posibilidad de asignarlo a una actividad cuyo retorno es mayor, pero a mayor plazo y con mayor riesgo. Esta es la ventaja que caracteriza la producción de leche, en donde el beneficio líquido (se restan los costos totales del valor de la producción bruta) que se obtiene la hacen una actividad apreciable por los ganaderos de doble propósito de la cuenca del Lago de Maracaibo (1).

2.- Análisis de sensibilidad

La actividad de cultivo que apareció mayormente seleccionada por el programa de maximización fue la producción de sorgo granero en la propia finca, la cual resultó ser estable puesto que solo después de sufrir disminuciones en el precio del mercado hasta del 15% es cuando fueron

Cuadro 6. Alternativas seleccionadas para maximizar la ganancia operativa de fincas de ganadería lechera de doble propósito (vaca- maute) con una carga animal de 1.5 UA/ha, un tamaño de 100 ha y diferentes niveles productivos.

Alternativa	Unidad	Nivel productivo (kg/vaca)		
		6	8	10
Vaca - maute	ha	75	75	75
Sorgo granero	ha	23.969	23.730	24.741
Silaje de maíz	ha	--	--	0.259
Superficie util.	ha	98.969	98.730	100.00
GO sist. vaca-maute	Bs/ha	24464.36	37396.02	47899.09
GO sist. mixto	Bs/ha	33075.28	42253.76	50988.58
Incremento GO*	%	32.49	12.99	6.45

*se refiere al porcentaje de incremento de la ganancia operativa del sistema mixto con respecto al sistema vaca - maute analizado.

Cuadro 7. Alternativas seleccionadas para maximizar la ganancia operativa de fincas de ganadería lechera de doble propósito (vaca- maute) con una carga animal de 2 UA/ha, un tamaño de 100 ha y diferentes niveles productivos.

Alternativa	Unidad	Nivel productivo (kg/vaca)		
		6	8	10
Vaca - maute	ha	75	75	75
Sorgo granero	ha	22.325	21.231	20.071
Silaje de maíz	ha	2.675	3.769	4.929
Superficie util.	ha	100.00	100.00	100.00
GO sist. vaca-maute	Bs/ha	32478.70	46160.99	59675.94
GO sist. mixto	Bs/ha	40296.32	50957.12	61513.96
Incremento GO*	%	24.07	10.39	3.08

*se refiere al porcentaje de incremento de la ganancia operativa del sistema mixto con respecto al sistema vaca - maute analizado.

seleccionadas otras alternativas (Cuadro 8).

El análisis de los precios sombra o actividad dual sugieren que un aumento en el límite del capital ope-

rativo disponible, mejorará el valor de la función objetivo, sin embargo las altas tasas de interés del capital prestado hacen difícil y delicada esta posibilidad.

Cuadro 8. Cambios en la selección de Alternativas de producción por una disminución del 15% en el precio del sorgo granero.

Alternativa	Unidad	sistema 1 - 8 - 100*	
		antes	después
Sistema vaca - maute	ha	75	75
Sorgo granero	ha	15.379	--
Maíz	ha	--	13.781
Sup. utilizada	ha	90.379	88.78
Incremento Go	%	11.07	5.46

*sistema vaca - maute de 1 UA/ha 8 kg/vaca y 100 ha.

Conclusiones

1.- La producción de sorgo granero fue la alternativa más importante seleccionada por el modelo de maximización para mejorar la ganancia operativa de los sistemas de producción de leche vaca - maute.

2.- El porcentaje de incremento de la ganancia operativa de los siste-

mas mixtos disminuye a medida que el sistema vaca - maute es más productivo.

3.- La solución óptima para sistemas de fincas mixtos cambia cuando el precio de mercado de la producción de sorgo granero disminuye en un 15%.

Literatura citada

1. Fernández, N. 1992. Aspectos técnicos económicos de la ganadería bovina de doble propósito de la cuenca del Lago de Maracaibo. Universidad del Zulia. Unidad coordinadora de proyectos conjuntos, Facultades de Ciencias Económicas y Sociales, Agronomía y Ciencias Veterinarias. 25 pp. (mimeo).
- 2.- Hollman, F. J., R. W. Blake., M. V. Hahn., R. Barker., R. Milligan., P. Oltenacu and B. Stanton. 1990. Comparative profitability of purebred and crossbred holstein herds in Venezuela. *J. Dairy Sci.* 73(8):2190-2.205.
3. IICA, FONAIAP, LUZ. 1987. Consideraciones generales sobre el manejo de un paquete tecnológico integrado en un sistema de producción de leche en el trópico. Serie de publicaciones misceláneas. Maracaibo-Venezuela. 110 pp.
- 4.- Osuna, D. 1989. Diagnóstico sobre el proceso de conservación de pastos de la zona de El Laberinto. Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. División de es-

- tudios para graduados. 160 pp. (mimeo).
5. Seré, C y Vaccaro, L. 1985. Milk production for dual purpose systems in tropical Latin América. En: International conference on milk production in developing countries. Univ. Edimburgh press. Edimburg, Escocia pp:459-475.
 6. Simpson, J. 1989. Economía de los sistemas de producción ganadera en América Latina. Edit. Agropecuaria Latinoamericana, Inc. Gainesville, Florida. 277 pp.